



## Geomagnetische Untersuchungen am Ostpazifischen Rücken

BIRGIT JOCHUM\*)

7 Abbildungen

*Ostpazifischer Rücken  
Geophysik  
Geomagnetik*

### Inhalt

Zusammenfassung .....	369
Abstract .....	369
1. Einleitung .....	369
2. Bathymetrie .....	370
3. Magnetische Messungen .....	374
3.1. Das Messgerät .....	374
3.2. Bearbeitung der Messdaten .....	374
4. Vergleich der Ergebnisse mit magnetostratigraphischen Resultaten .....	375
Dank .....	375
Literatur .....	375

### Zusammenfassung

Die Auswertung der magnetischen Daten im EXCO-Messgebiet ermöglichte die Bestimmung des Alters des Meeresbodens nach entsprechenden Reduktionen und Korrekturen.

Da bei dem Messprogramm im Bereich des ostpazifischen Rückens sehr wenige Kreuzungspunkte erfasst wurden, in dem sich zwei Profile queren, und da auch keine Tagesgangdaten von einer nahegelegenen Basisstation verfügbar sind, wurde versucht, den tatsächlichen Tagesgang durch synthetische Sq-Variationen und gemessene Dst-Störungen näherungsweise zu bestimmen. Dieses Verfahren ist geeignet, den störenden Einfluss des Tagesganges in den Messdaten in niederen magnetischen Breiten deutlich zu reduzieren. Die reduzierten Messergebnisse korrelieren – wie erwartet – gut mit der Topographie des Meeresbodens.

Weiters konnten die magnetischen Anomalien gut mit dem aus der Magnetostratigraphie bekannten Prozess der Feldumkehrung in Beziehung gebracht werden, wobei sich eine mittlere Spreizungsgeschwindigkeit der ozeanischen Kruste von 9,2 cm/Jahr zeigt.

### Geomagnetic Investigations of the Eastern Pacific Ridge

#### Abstract

The evaluation of the magnetic data measured in the EXCO area allowed the dating of the ocean floor after a few correcting procedures. I tried to simulate the true variation of the magnetic field with the help of synthetic Sq-variations and measured Dst-turbulences since there have only been few crossing points of measured profiles in the area near the East Pacific rise and no real data of the variation from a nearby observatory was available. This procedure is useful to eliminate the influence of the daily magnetic variation of measured data near the geomagnetic equator. The corrected data correlates quite well – as expected – with the topography of the sea floor.

Furthermore, I was able to compare the magnetic anomalies with the field reversals known from magnetostratigraphic studies, from which I get a spreading velocity of the oceanic crust of approximately 9.2 cm/a.

### 1. Einleitung

Der Ostpazifische Rücken ist wegen seiner Bedeutung für die Plattentektonik Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Aktivitäten wie z.B. des EXCO-Projektes.

Das wissenschaftliche Vorhaben EXCO (Exchange between Crust and Ocean) ist ein interdisziplinäres geowissenschaftliches Forschungsprojekt des Zentrums für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg

mit dem Hauptziel, die zeitlichen Veränderungen im Wärmetransport und in den Stoffaustauschprozessen an der Ostflanke des Ostpazifischen Rückens zu untersuchen. Während der Forschungsfahrt Nr. 105 mit dem Forschungsschiff „Sonne“ wurden u.a. bathymetrische Vermessung des Ozeanbodens mit dem Hydrosweep und marinomagnetische Messungen durchgeführt.

\*) Anschrift der Verfasserin: BIRGIT JOCHUM, Institut für Meteorologie und Geophysik, Althanstraße 14, A-1090 Wien.

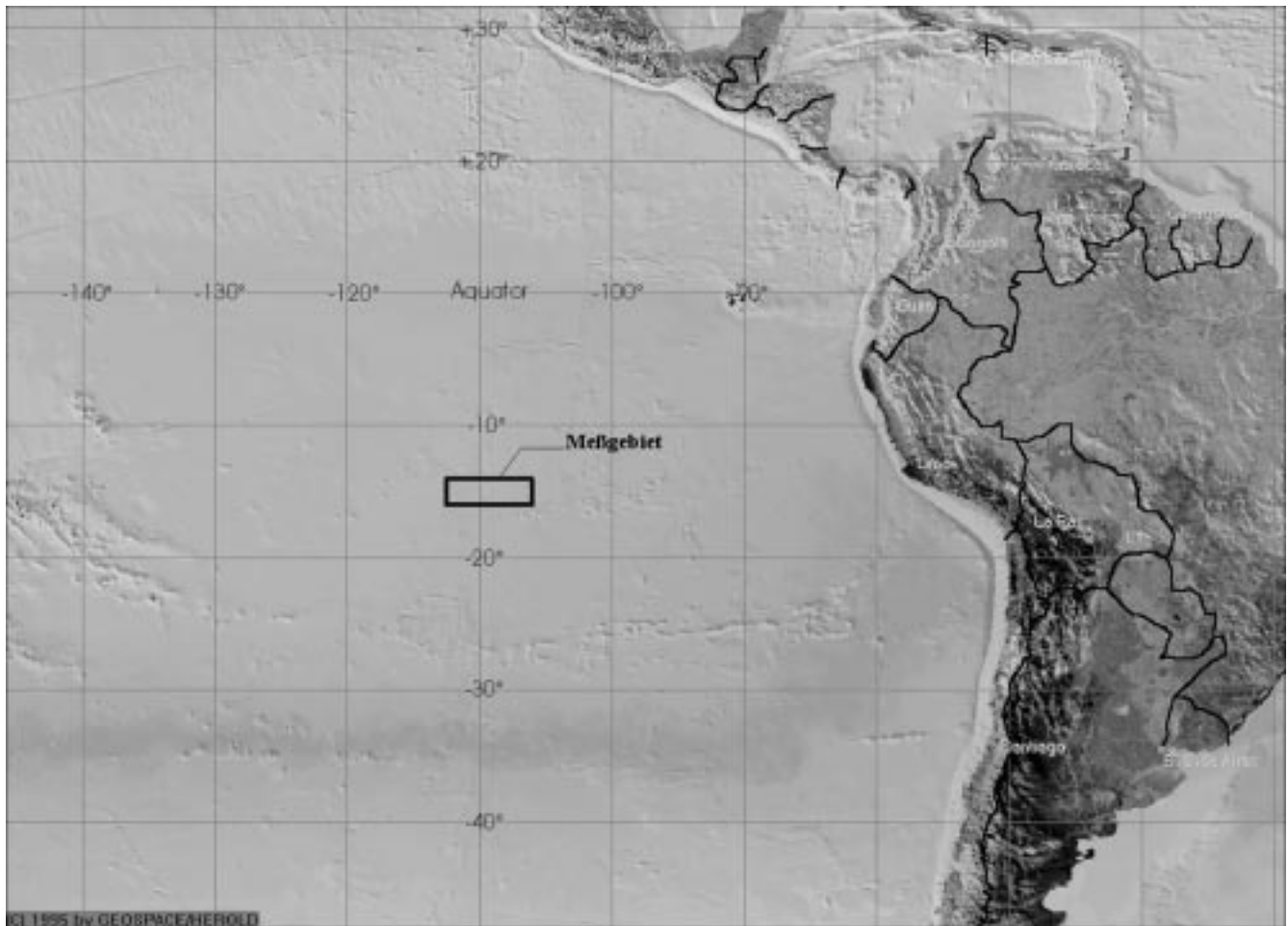


Abb. 1.  
Lage des Messgebietes im Pazifischen Ozean (Satellitenaufnahme von HEROLD BUSINESS DATA/GEOSPACE BECKEL, 1996).

Wesentliche Zielsetzungen der magnetischen Vermessung und Auswertung waren:

- ❑ Erstellung einer magnetischen Karte der Totalintensität, soweit wie möglich auch unter Einbezug von Fremddaten;
- ❑ Die Bestimmung von Spreadinganomalien zur Festlegung des Krustenalters nach bereits altersmäßig eingeordneten Anomalien;
- ❑ Erfassung sonstiger Anomalien (Vulkane, Störungen, sonstige markante Strukturen) (WEIGEL et al., 1996).

Der Beitrag Österreichs zum EXCO-Projekt waren einerseits

- ❑ die Betreuung des Magnetometers und die Erfassung der Daten an Bord des Forschungsschiffes „Sonne“ sowie die
- ❑ Bearbeitung und Auswertung der Daten in Österreich, wobei letzteres im Rahmen einer Diplomarbeit am Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien erfolgte.

Das Messgebiet befindet sich an der Ostflanke des Ostpazifischen Rückens im Bereich zwischen den Längengraden  $-112,5^{\circ}\text{W}$  und  $-105,9^{\circ}\text{W}$  sowie den Breitengraden  $-14^{\circ}\text{S}$  und  $-15,9^{\circ}\text{S}$  (siehe Abb. 1).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Bestimmung des Alters der Ozeankruste und der Bewegungsgeschwindigkeit der Nazca-Platte relativ zum Ostpazifischen Rücken auf Basis von magnetischen Messungen. Dabei wurden zusätzlich grundlegende Untersuchungen zur Anwendbarkeit von synthetischen Tagesgängen getätigt, weil gerade die Bestimmung der magnetischen Va-

riationen weitab von Observatorien ein erhebliches Problem in der Marinemagnetik darstellt.

Folgende Schritte wurden dabei durchgeführt:

- ❑ Aufbereitung und Ergänzung der gemessenen Daten der Totalintensität und der Tiefe des Ozeanbodens
- ❑ Simulation des tatsächlichen Tagesganges durch theoretische Sq-Variationen und gemessene Indizes von magnetischen äquatorialen Sturmvariationen
- ❑ Überprüfung der Übereinstimmung von synthetischen und gemessenen Tagesgängen
- ❑ Korrelation der reduzierten Magnetfeldmessungen mit der Topographie des Meeresbodens
- ❑ Gegenüberstellung der magnetischen Anomalien mit der aus der Magnetostratigraphie bekannten Chronologie der Feldumkehrungen.

## 2. Bathymetrie

Die Tiefenmessung erfolgte mit einem Fächerecholot (Hydrosweep) der Firma Atlas-Elektronik.

Die Tiefendaten wurden im gesamten EXCO-Messgebiet flächendeckend erfasst. Der Messstreifen in Abb. 2 zeigt ein vom Ostpazifischen Rücken ( $-112,5^{\circ}\text{W}$ ,  $-14^{\circ}\text{S}$ ) ausgehendes und nach OSO abfallendes Gelände.

Schon im Fahrtbericht über die „Sonne“-Expedition 105 (WEIGEL et al., 1996) wurde festgestellt, dass die Hauptstreichrichtung der topographischen Strukturen im gesamten Messgebiet  $14^{\circ}$  gegen Nord beträgt. Das bedeutet, dass die Bewegungsrichtung der Nazca-Platte in den

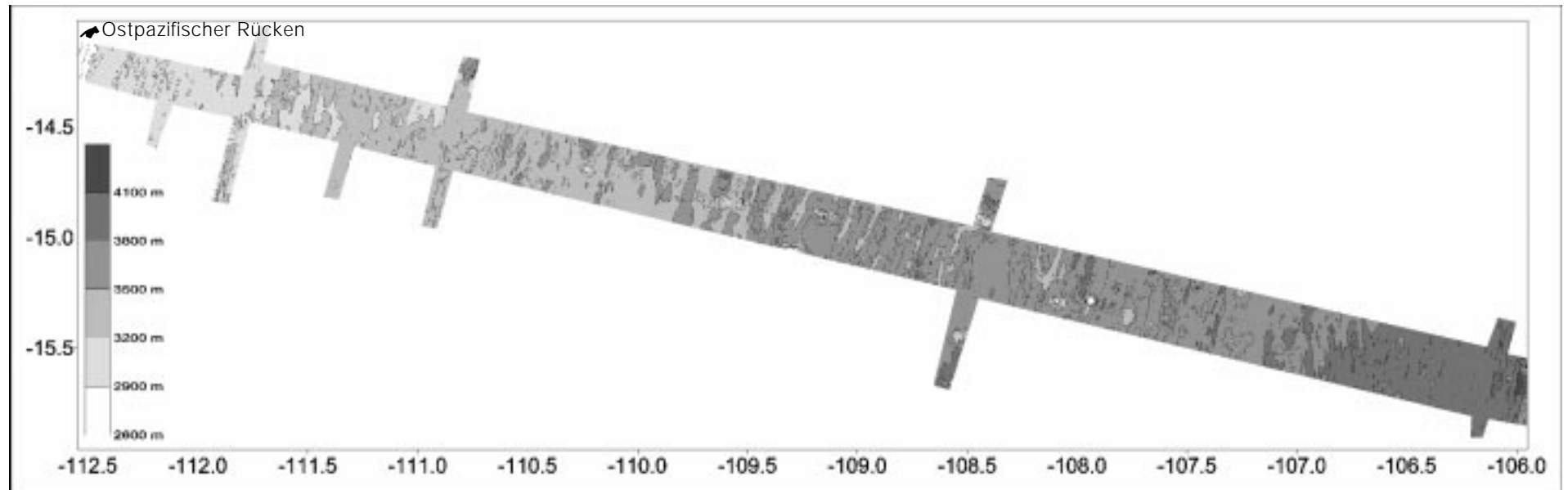


Abb. 2.  
Topographie des Meeresbodens, Isolinienabstand = 150 m (1° = 111 km).

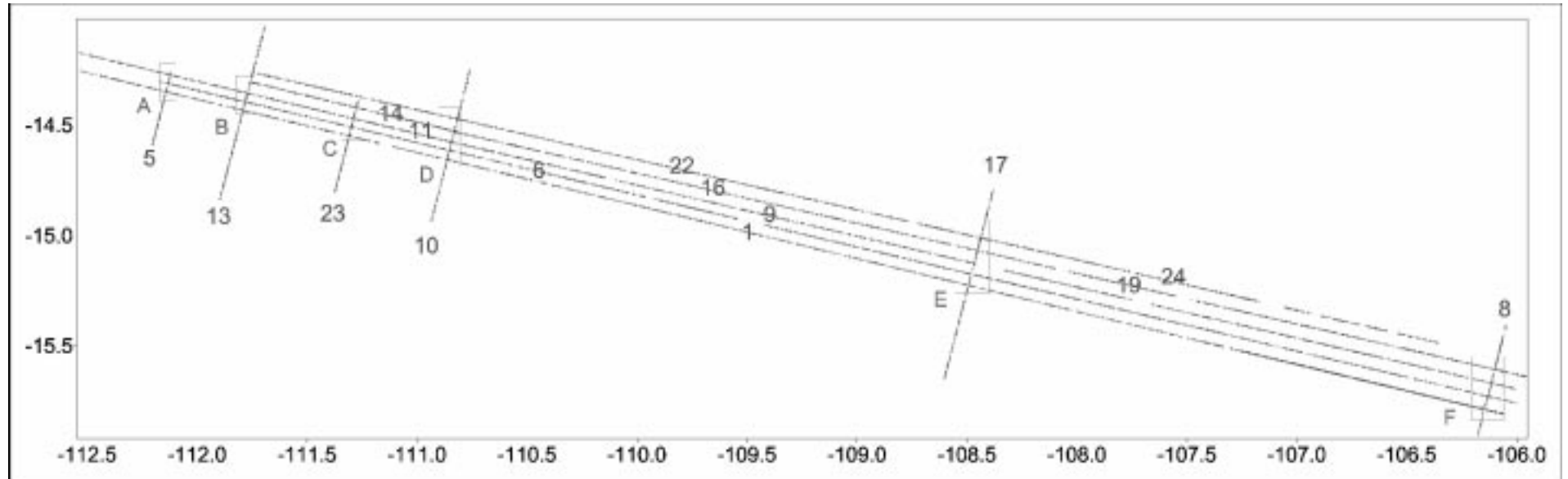


Abb. 3.  
Profilverlauf, Profilnummerierung und Kreuzungspunkte A-F.

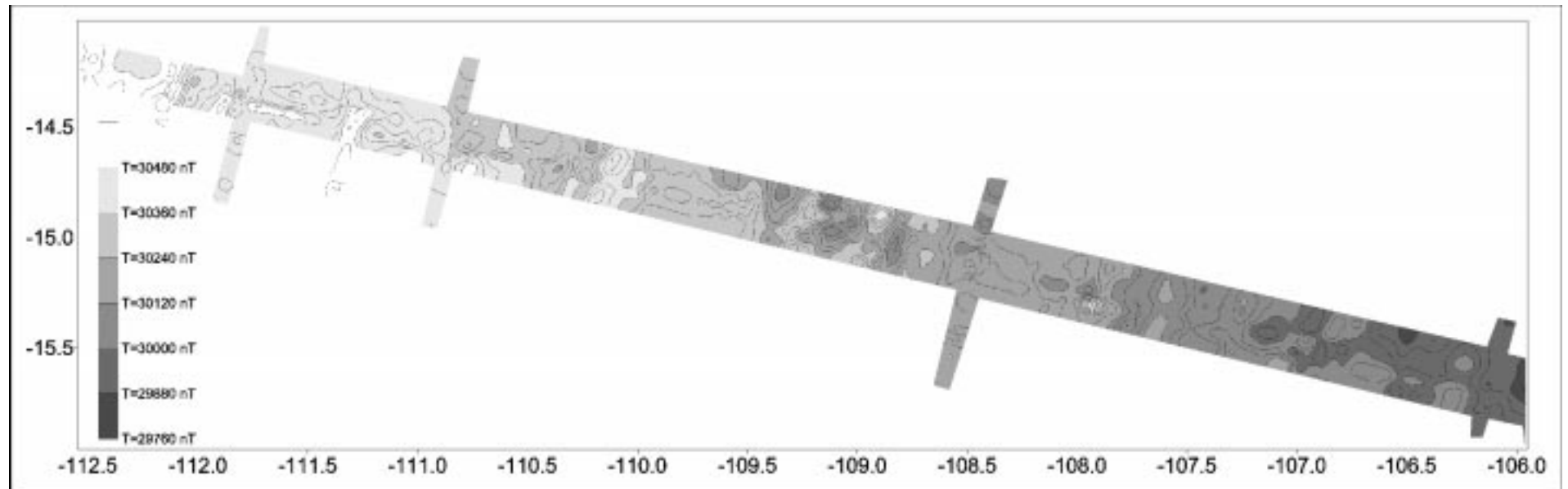


Abb. 4.  
Isanomalien der gemessenen Totalintensität (nT), Isodynamenabstand = 40 nT.

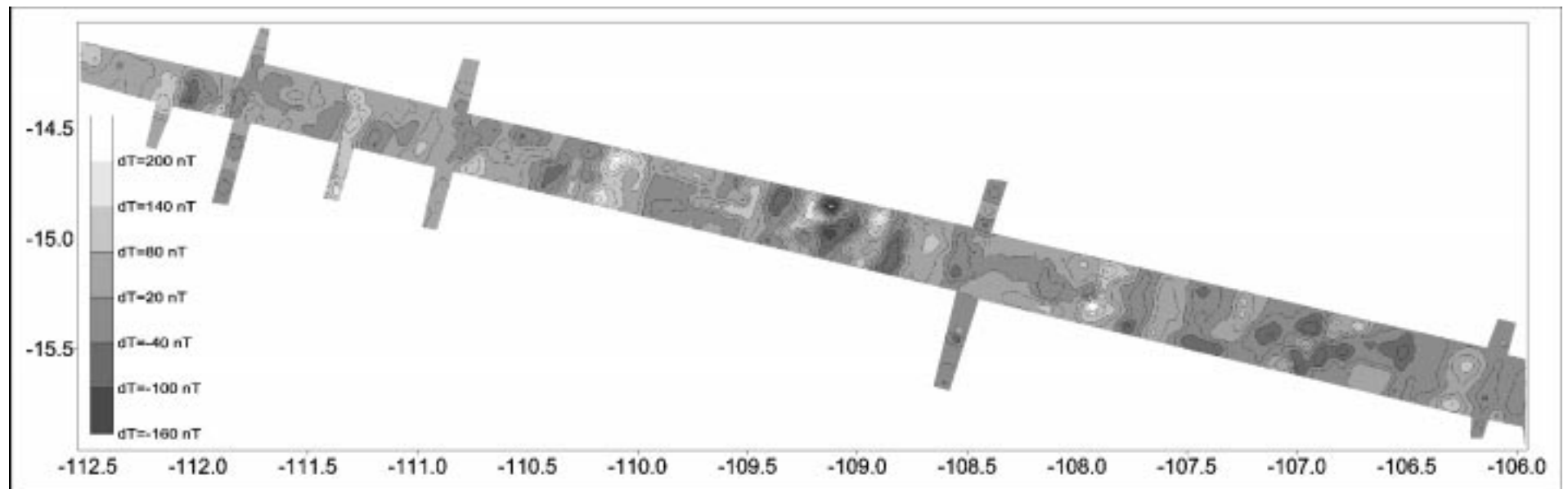


Abb. 5.  
Isanomalien der Totalintensität (nT) nach Tagesgangreduktion und Dst-Variationenabzug, Isodynamenabstand = 30 nT.

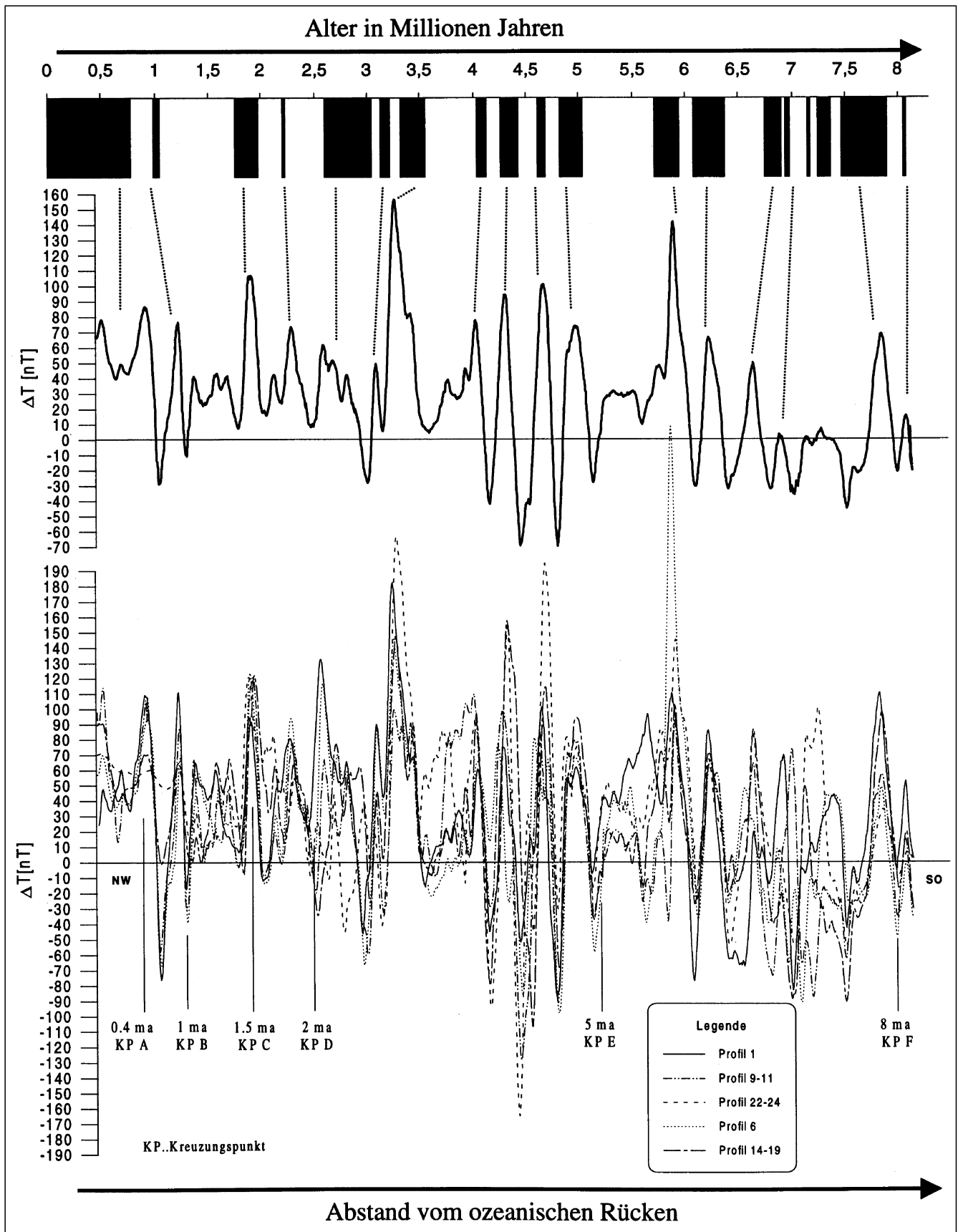


Abb. 6. Oben: Mittelwertdarstellung der 5 NW-SE-verlaufenden Profile nach Tagesgangreduktion und Abzug der Dst-Indizes im Vergleich mit der Chronologie der Feldumkehrungen (CANDE & KENT, 1992). Unten: Stapelprofil der 5 NW-SE-verlaufenden Profile nach Tagesgangreduktion und Dst-Variationenabzug [nT]: Angegeben sind die Kreuzungspunkte (KP A bis KP E) der Querprofile mit Altersangaben in Millionen Jahren aus EXCO Fahrtbericht (WEIGEL, 1996).

letzten 8 Mio. Jahren nahezu konstant geblieben sein muss. Die Topographie des Meeresbodens zeigt im Bereich zwischen  $-110^\circ$  und  $-108^\circ$  westlicher Länge eine Anzahl an Tiefseevulkanen. Ob diese jedoch von gleichem Alter wie die umgebende Kruste sind, ist bislang offen.

### 3. Magnetische Messungen

#### 3.1. Das Messgerät

Die magnetischen Messungen der Totalintensität wurden während der EXCO-Expedition mit einem Protonen-Präzessionsmagnetometer durchgeführt.

Der Magnetometersensor war über ein 270 m langes Kabel mit dem Schiff verbunden (und damit außerhalb des Schiffseinflusses). Der Messpunktastand betrug etwa 70 m (bei einer Messwertfolge von 30 sec und einer Schiffsgeschwindigkeit von 4,5 kn).

#### 3.2. Bearbeitung der Messdaten

In Abb. 3 sind die Positionen der Messprofile dargestellt. Zusätzlich wurden in diese Darstellung die Profildaten und die Kreuzungspunktbeschriftung eingefügt.

Die Visualisierung der Isanomalien der gemessenen magnetischen Totalintensität ist in Abb. 4 dargestellt. Deut-

lich sichtbar ist die Abnahme der Werte mit zunehmender Tiefe der ozeanischen Kruste (siehe Abb. 2). Weiters sind bei genauer Betrachtung Anomalien erkennbar, die parallel zum Schiffsweg verlaufen und nicht durch geologische Gegebenheiten erklärt werden können. Die hier dargestellten Messwerte müssen daher von störenden Einflüssen während der Messvorgänge bereinigt werden.

Die eigentliche geologische Information ist im Anomalienfeld enthalten. Um zu diesem zu gelangen, müssen Korrekturen bzw. Reduktionen an den Messdaten (siehe Abb. 4) vorgenommen werden. Zu den wichtigsten zählen die Normalfeldreduktion und die Tagesgangkorrektur.

Für das Messgebiet im Ostpazifik wurde die Normalfeldreduktion mit Hilfe des Internationalen Geomagnetischen Referenzfeldes zur Epoche 1995.0 durchgeführt.

Die Tagesgangkorrektur wird im Allgemeinen durch die Dauerregistrierung magnetischer Observatorien, die dem Messgebiet möglichst nahe liegen müssen, durchgeführt. Dieser Weg ist bei Marinemessungen meist nicht möglich, sodass dann eine Abschätzung des Tagesganges aus den Messwertabweichungen an den Kreuzungspunkten der Mess- und Kontrollprofile vorgenommen wird. Leider wurden beim gegenständlichen EXCO-Projekt viel zu wenig Kontrollprofile vorgenommen, sodass ein völlig neuer Weg zur Tagesgangkorrektur beschritten werden musste. Dabei wird diese Korrektur aus synthetischen Werten des ruhigen Tagesganges (CAMPBELL, World Data Center-A)

und der zonalen Sturmzeitvariation (World Data Center-C2) berechnet. Genaueres über dieses Verfahren kann der Arbeit von JOCHUM (1998) entnommen werden.

In der Abb. 5 ist das Anomalienfeld am Ostpazifischen Rücken wiedergegeben.

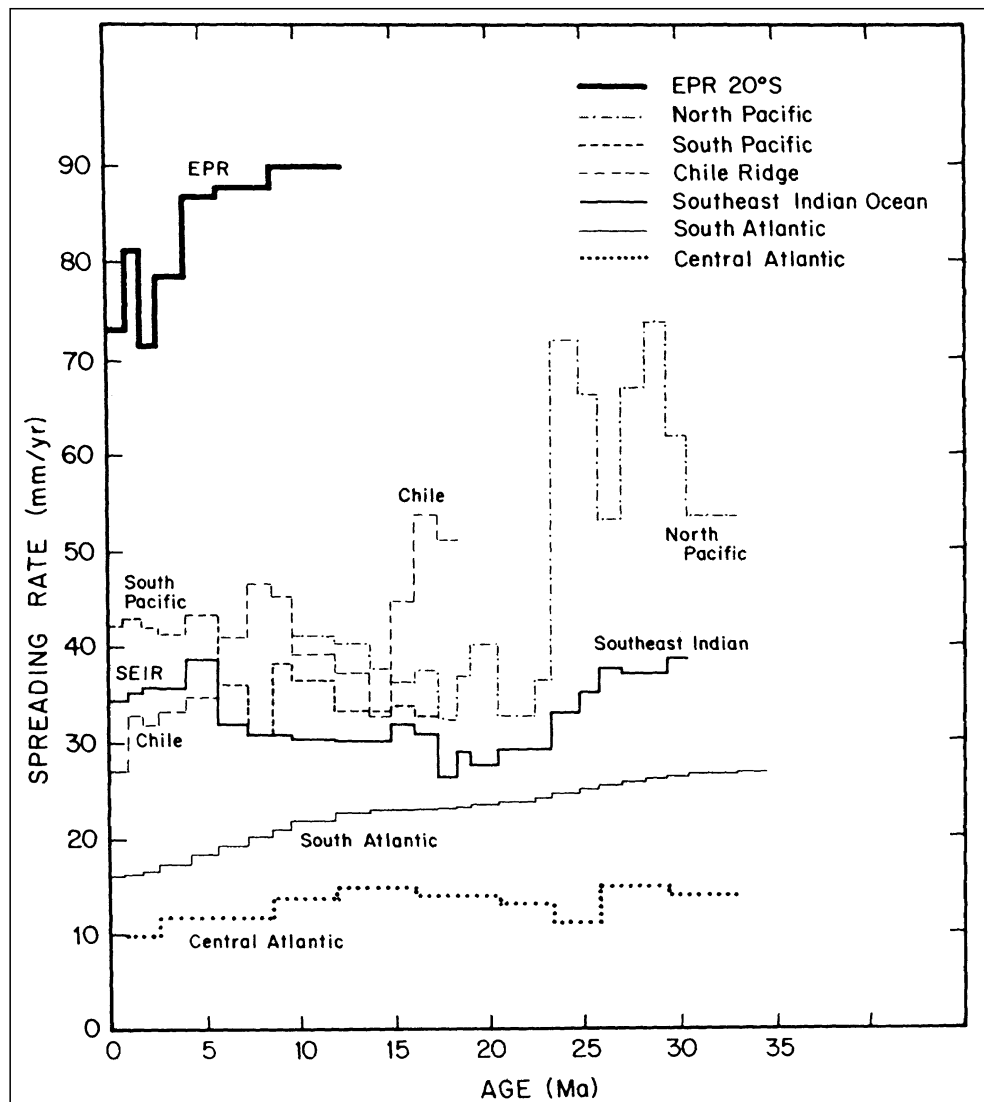


Abb. 7. Spreizungsgeschwindigkeiten des ostpazifischen und von anderen ozeanischen Rücken in mm/a (CANDE & KENT, 1992).

#### 4. Vergleich der Ergebnisse mit magnetostratigraphischen Resultaten

Das im unteren Teil der Abb. 4-1 dargestellte Stapelprofil zeigt die 5 NW-SE-verlaufenden Profile des EXCO-Projektes. Es soll nun versucht werden, dieses Anomalienmuster in Relation zu den paläomagnetischen Erdmagnetfeldumkehrungen zu setzen und über diesen Weg zu einer Altersbestimmung des Meeresbodens zu kommen.

Verschiedene Autoren haben die Erdmagnetfeldumkehrungen datiert. CANDE & KENT (1992) haben mit zahlreichen marinmagnetischen Profilen – unter anderem auch mit einem Profil in der Nähe des EXCO-Messgebietes – eine neue geomagnetische Polaritätsskala erstellt.

Unter der Annahme, dass diese Zuordnung, wie in Abb. 6 gezeigt wird, richtig ist und das Alter der ozeanischen Kruste im Messgebiet mit einer zufriedenstellenden Genauigkeit bestimmt ist, kann eine grobe Abschätzung über die mittlere Spreizungsrate des ostpazifischen Rückens gemacht werden. Bei einer Länge des Messgebietes von 738 km (orthogonal zum mittelozeanischen Rücken) und einem maximalen Alter der Meeresbodens von 8 Millionen Jahren ergibt sich eine Spreizungsgeschwindigkeit relativ zum ozeanischen Rücken von ca. 9,2 cm/a.

Dieses Ergebnis ist um ca. 1 cm/a höher als die Geschwindigkeiten, wie sie von CANDE und KENT in Abb. 7 angegeben sind.

#### Dank

Meinen Dank möchte ich Herrn Univ.-Prof. Dr. W. SEIBERL für die Betreuung und Korrektur der Arbeit und Herrn Univ.-Doz. Prof. Dr. K. ARIC für die Unterstützung aussprechen.

#### Literatur

- CANDE, S. & KENT, D.: A new magnetic polarity time scale for the late Cretaceous and Cenozoic. – *Journal of Geophysical Research*, Vol. **97**, B10, 13917–13951, Washington D.C., 1992.
- Herold Business Data + Geospace Beckel Satellitenbilddaten: Satelliten-Atlas (CD-Rom), 1996.
- JOCHUM, B.: Geomagnetische Untersuchungen am Ostpazifischen Rücken unter Benutzung simulierter magnetischer Variationen. – Diplomarbeit, Wien 1998.
- JEIGEL, W., GREVEMEYER, I., WONG, H.K. und KAUL, N.: Fahrtbericht über die SONNE-Expedition 105. – EXCO-Berichte, Reihe Z, **1**, Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg, 1996.
- World Data Center-A for Solid Earth Geophysics.  
Software: Utility Programs for Beginning Studies of Geomagnetic Fields by W.H. CAMPBELL.  
Geomagnetic Data Group, National Geophysical Data Center:  
<http://www.ngdc.noaa.gov/seg/potfld/geomag.html>.
- World Data Center-C2 for Geomagnetism.  
Dst-Indizes: <http://swdcd.kugi.kyoto-u.ac.jp/dstdir/dst1/f/fdst1995.html>.
- ZENTRUM FÜR MEERES- UND KLIMAFORSCHUNG DER UNIVERSITÄT HAMBURG: Geomagnetische Messdaten der Sonne-Expedition 105, EXCO.